## SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF

Patent Number: JP2001068727
Publication date: 2001-03-16

Inventor(s): KURAHASHI TAKANAO;; HOSOBANE HIROYUKI;; NAKATSU HIROSHI;;

MURAKAMI TETSURO

Applicant(s): SHARP CORP

Application

Number:

JP19990238225 19990825

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L33/00

**EC Classification:** 

Equivalents:

SE0002996, TW461122

## **Abstract**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light-emitting element, which is low in the dependence of a luminous wavelength on an emission angle.

SOLUTION: This semiconductor light-emitting element has a DBR layer 3 consisting of an N-type AlAs layer and an N-type Al0.5Ga0.5As layer and a DBR layer 7 consisting of a P-type (Al0.2Ga0.8) 0.5In0.5P layer and a P-type Al0.5In0.5P layer at a prescribed interval on an N-type GaAs substrate 1 so that the length of the center of a reflection spectrum is 650 nm and a resonance wavelength is also formed in a length of 650 nm. A quantum well active layer (luminous layer) 5 is formed so that the peak wavelength of emission is formed in a length of 650 nm at the position of the loop of a standing wave, which is generated in a resonator consisting of both DBR layers 3 and 7. Lattice patterns 15 are formed in the surface of a P-type Al0.5Ga0.5As light scattering layer 10 which is encircled with P-type electrodes 12 and is used as a light- emitting surface. In such a way, by roughening the light-emitting surface, light radiated from the layer 5 is made to scatter in various directions and the dependence of a luminous wavelength on an emission angle is lessened.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(18) 日本四本部行 (JP)

(2) 公開特許公報(A)

特開2001-68727 (1)各种田屬公園物中

(P2001-68727A)

平成13年3月16日(2001.3.16)

日間次(23)

(\$14).i-ca-6

A 5F041

8 8 8

HO 11

H01L 33/00

(条 12 更 엉 存在職人・水職人・無女女の教8

大阪府大阪市阿伯野区長地町22番22年 ツ 大阪府大阪市阿伯野区長池町22年20月 シャーンを対象的 佐藤 朱玉 70.田里人 (72) 発明者 平成11年8月25日(1999.8.25) ####11-238225 (21) 田田神中 (22) 出版日

\*一/株式会社内 関が対 (72) 班明指

大阪府大阪市阿伯野区長地町22番22号

十一一一个年代会社内

100062144 写图

(414) **小部士 また 株**  事業国で扱く

中華存在光梯子台トロトの製造が放 (54) [発射の名様]

【課題】 発光波長の放射角依存性が小さい半導体発光

いて、n型AlAs/n型Al0.5Ga0.5AsのDBR層3及 n型GaAs基板1上に、所定の関隔を置 びp型(Alo.2Gao.8)0.5 I no.5P/p型Alo.5 I no.5P のDBR用7を、反射スペクトルの中心が650mであ り共復数長も650mになるように形成する。 量子井戸 に生じる定在故の腹の位置に発光ピーク被長が650mm になるように形成する。p型電極12に囲まれた光出射 栫子パターン15を形成する。こうして、光出対面や組 の方向に散乱させ、発光故長の放射角依存性を小さくす **固化することによって殆光層 5 から放射された光を数々** 西としてのp数A10.5Ga0.5As光散紅曜10 2 ※面に 活性層(発光層)5を、両DBR層3,7で成る共振器中 [解決手限]

13 n型異衒 12 p型電極

や作院水の範囲

簡水項1】 GaAs基板上に所定の関隔を有して形成 された一対の多層反射膜で成る共復器と、上配共復器内 における定在故の間の位置に形成された殆光層を有する 半等存物光雅子において、

上記発光層に対してGaAs基板とは反対側に位置する上 配多層反射膜上には、脂数が1以上であって最上層の表 面が粗固化されている半導体層が形成されていることを 物徴とする半導体発光素子。

【請求項2】 請求項1に配載の半導体発光素子におい

nl-y-2P(0≤y≤1,0≤z≤1)層で構成されている 上記発光層は、単層あるいは複数層から成るAlyGaz 1 **にとを称載とする半導体殆光兼子。** 

【請求項3】 請求項1に配載の半導体発光療子におい

上記発光層に対して上記GaAs基板とは反対側に位置す る上記多層反射膜は、AlyGaz Inl→zP(0≤y≤1, 上記発光層に対してGaAs基板倒に位置している上記多 0≤2≤1)層で構成されていることを特徴とする半導 層反射膜は $AI_xGaI_{-x}As(0 \le x \le 1)$ 層で構成され、

GaAs基板上に所定の関係を有して形成 された一対の多層反射膜で成る共復器と、上配共振器内 における定在故の腹の位置に形成された発光層とを有す る半導体発光禁子の製造方法であった。 [新秋斑4]

上配発光層に対してGaAs基板と社反対側に位置する上 記多層反射膜上に、層数が1以上の半導体層を形成する 上記半導体層における最上層の表面を粗面化する工程を 【請求項5】 請求項4に記載の半導体発光素子の製造 備えたことを格徴とする半導体発光素子の製造方法。

上記半導体層における最上層の表面に対する粗面化は、 が独行おいて、

フォトリングラフィおよびエッチングによって光散乱用 のパケーンを形成することによって行われることを特徴 とする半導体発光素子の製造方法。

【酢水項6】 請水項4に配載の半導体発光素子の製造 が独においた、

研磨することによって行われることを特徴とする半導体 上記半導体層における最上層の表面に対する粗面化は、 発光素子の製造方法

(請求項7] 請求項4に記載の半導体発光素子の製造

上記半導体層は、AlyGa<sub>2</sub> In<sub>1-y-2</sub>P(0≤y≤1,0≤ が独行おいた、

■ 31) か形成なた、

少なくとも上記半導体層を複製中で煮巻することによっ 上配半導体層における最上層の表面に対する粗面化は、 て行われることを特徴とする半導体発光素子の製造方

GaAs基板上に所定の関隔を有して形成 された一対の多層反射膜で成る共振と、上配共振器内 における定在彼の腹の位置に形成された殆光層を有する 半導体発光素子の穀油力法であって [翻水道8]

配多層反射膜上に、上配GaAs基板に対して格子定数が **ことによって、上記半導体層における泉上層の表面を粗** 面化する工程を備えたことを物徴とする半導体発光素子 上記路光層に対してGaAs基板とは反対側に位置する上 0.5%以上異なるAlyGa<sub>2</sub>In<sub>l-y-2</sub>P(0≤y≤1,0 ≤≤≤1)層を含む層数が1以上の半導体層を形成する

[発明の詳細な説明] の製造方法。

[発明の属する技術分野] この発明は、伝送用(特に1 EEE1394周) および表示用等に用いられる半導体 発光素子、および、その製造方法に関する。 [0001]

[0002]

光素子が広く用いられている。その場合に用いられる半 専体発光素子は、発光効率が高いこと、更に光通信用の 半導体発光素子においては応答速度が高速であることが 【従来の技術】近年、光通信や表示パネル毎に半導体発 重要であり、近年開発が盛んに行われている。

Mbps程度が限界である。そこで、共 キャピティ(Reso [0003] 通常の西発光型のLED(発光ダイオード) されている。この共鳴キャピティ型LEDは、2つのミ ラーで形成された共扱器によって発生する定在故の腹の 位置が発光層になるようにすることによって自然放出光 を制御し、高速広答および高効率を実現する半導体発光 では高速応答性が余りよくなく、100Mbps~200 nantCavity)型LEDと呼ばれる半導体発光素子が開発 素子である(特公平10-2744503号公報、米国 **特許:5226053)。** 

F (プラスチック・オプティカル・ファイバ)が利用され始 め、このPOFの低損失な放長関核である650mでの [0004] 伶に、最近、比較的短い距離の通信にPO 高効率な発光が可能なAlGalnP系の半導体材料を発 光層とする共鳴キャピティ型LEDが開発されている

(High Brightness Visible Resonant Cavity LightEmi tting Diode: IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS Vo 1. 10 No. 12 DECEMBER1998).

[0005]

来の共鳴キャピティ型LEDにおいては、以下のような 問題がある。すなわち、従来の共鳴キャピティ型LED ちの放射角度によってピーク液表が異なるという物色が ある。通 、この放射角依存性は0.2mm/deg~0.3nm 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従 /deg程度である。このことは、上配LEDチップを表示 用として使用する場合には、見る角度によって色が変化 長42との大小関係が41>42となり、LEDチップか おいては、発直方向の共復波長11と斜め方向の共短波

ම

してしまうという問題が発生する。 【0006】また、上配しEDチップを通信用として使用する場合には、例えばプラスチックファイバによる通信用光源に使用する場合には、強直方向でプラスチックファイバによるファイバの損失が小さい650mにピークを持つように作製したLEDチップでは、斜め方向の発光光を利用するような光学系では650mよりもピーク波長が短くなるため使用できないという問題が発生する。

[0007] そにで、この発男の目的は、岩光改長の放射的仮存在がかまい半導体岩光線子およびその製造方法 発動化学を表示している。

[0008]

【環題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の短明の半導体強光素子は、GaAs基板上に所定の関語を有して形成された一対の多層反射膜で成る共振器と、上記共振器内における定在液の腹の位置に形成された発光層を有する半導体発光素子において、上配発光層に対してGaAs基板とは反対側に位置する上記多層の対しては、層数が1以上でかって是上層の表面が相同化されていることを特徴としている。

【0009】上記様成によれば、半導体発光素子の姿面は相面化されている。したがって、図7(a)に示すように、死光層から放射された光は、本半導体発光素子の表面から外部に出射される際に種々の方向に散乱されることになる。その結果、発光数長の放射角依存性が小さく

[0010]また、上配第1の発明の半導体発光素子は、上配発光圏を、単層あるいは複数圏から成る $1_{\rm pc}$  $1_{\rm$ 

[0011]上記集点によれば、上記第光層が、単層文は複数層から成るAlyGe,Inj-y-P(0≤y≤1,0≤x≤1),0≤x≤1)層で構成されている。したがって、数長が560m~660mの窓光光が終われる。

[0012]また、上記称1の独列の半導体形光珠子は、上記光光層に対して $G_{A}$ 6基版側に位置する多層反射膜を, $A_{1}$ 2 $G_{1}$ 4 $A_{2}$ 6 $G_{2}$  $\times$  $G_{1}$ 7月 配理機成し、上記光光層に対して上記 $G_{2}$ A2 表  $G_{2}$ 7月 の  $G_{2}$ 7月 反射膜を, $A_{1}$ 6 $G_{2}$ 7月  $G_{2$ 

[0013]上配標成によれば、上配発光層に対して上配GsAs基板側に位置する金属反射膜はAl<sub>1</sub>Gsl<sub>3</sub>As (0≤×≤1)で形成されているので、上配GsAs基板との散態研験数の並が小さい。したがって、結晶成長時と結晶成長後との遺貨差による転移が発生し難い。このことによって、上配金層反射膜の層数を含くすることが可能になり、移易に高反射率が、られる。

[0014] 一方、上記第光層に対して上記GaAs基板 とは反対域に位置する多層反射線はAlyGasInj-y-2P 。

 $\{0 \le y \le 1, 0 \le z \le 1\}$  で形成されているので、GaA s基板に格子整合する層が表もA1を含む場合でも $2 \le 8$  程度であり、A1zGa1-A8 $\{0 \le x \le 1\}$  で形成した場合 $\{5 0 \% \}$ の1/2である。したがって、原図性が大きく向上される。

[0015]また、第2の発明の半導体発光素子の製造力法は、GaAs基板上に所定の関隔を有して形成された一対の各層反射膜で成る共振器と、上配共振器内における存在效の膜の位置に形成された発光層とを有する半導体発光素子の製造方法であって、上配発光層に対してGaAs基板とは反対側に位置する上配各層反射膜上に、層数が1以上の半導体層を形成する工程と、上配半導体層をおける表上層の表面を担面化する工程と、上配半導体層における表上層の表面を担面化する工程と、上配半導体層に対ける表上層の表面を担面化する工程と、上配半導体層の数としている。

[0016]上記構成によれば、一対の多層反射膜で成る共振器上に形成された半導体層における最上層の表面は独面化されている。したがって、上記名層反対膜の反対率を低下させることなく、上記名光層から放射された光は、本半導体発光素子の表面から外部に出対される数に種々の方向に数乱される。その結果、発光波長の放射角依存性がかさくなる。

【0017】また、上記第2の発明の半導体発光素子の製造方法は、上記半導体層における表上層の表面に対する相面化を、フォトリングラフィおよびエッチングによって光数44月のパターンを形成することによって行なうことが設ました。

[0018]上配構成によれば、上配半導体層における 最上層の表面に、フォトリングラフィおよびエッチング によって光を数名するようなペターンを形成するので、 種質の高い数据ペターンが形成される。したがって、発 光效長の放射角仮存性が小さくなるように英面粗面化の 程度が簡易される。 [0019]また、上配第2の発明の半導体発光素子の製造方法は、上配半導体圏における最上層の表面に対する相面の表面に対する相面化を研磨によって行かりことが望ましい。

[0020]上記様成によれば、上記半導体層における 最上層の製面を砂磨することによって粗面化するので、 上記光散組用のパターンを形成する場合のごとく複雑な フォトリングラフィエ粗を必要とはせず、より簡単な方 出によって半導体発光菓子が作成される。

 $\{0\,0\,2\,1\}$  字た、上配第 $2\,0$ 発明の半導体発光素子の 製造方法は、上記半導体層を、 $A_{\rm J}\,G_{\rm B_2}\,I_{\rm D_1^{-}y^{-}z}$   $P\,(\,G_{\rm S_2}\,I_{\rm D_1}\,I_{\rm B_2}\,I_{\rm B_2}$  【0022】上配構成によれば、塩酸中で煮湯することによって上配半導体層における表上層の表面に対する租面化を行なませてがませる。 面化を行なうので、上配研磨による場合のようにウェハ 全体を別の基板やシート等に貼り付けて保持する工程お

よび洗浄する工程を必要とはしない。したがって、より 簡単な方法によって半導体発光素子が作成される。

m + 2.0 mm + 2.1 mm + 2.0 m

[0024]上版様成によれば、上配発光層に対してGaAs基に対してGaAs基板とは反対側に位置する金層反対膜上に形成された半導体層の表面が、格子定数差によって相面化される。こうして、一連の結晶成長工程のみによって上配半導体層の表面が相面化されるので、結晶成長の後に別治学体層の方面が各面が各面が表現が表子が存成される。

[0025] [発明の実施の形態]以下、この発明を図示の実施の形 路により詳細に説明する。 [0026]〈第1英語の形盤〉図1は本英語の形態の 半導体発光素子における表面図であり、図2は、図1に おけるA-A失視断面図である。

6、p型(Al0.2Gu0.8)0.51n0.5P/p型Al0.51n0.5 が3 μmであるp型Alo.5Gao.5As光散紅層10を、M に15。だけ傾斜したn型のGaAs基板1上に、腹厚が れる。図3に示すように、(100)から[011]の方向 Pの12ペアのDBR層7、膜厚が3μmのp型Al0.5 Gag.5As電流拡散層8、膜厚が0.1μmであるp型(A 10.1Ga0.9)0.5 I no.5Pエッチングストップ層 9、 瞑厚 0.5Asの30ペアのDBR層3、および、p型(Alo.2 DBR層7は、反射スペクトルの中心が650mになる 共复器の共复数長も 6 5 0 mになるように共復器長を買 1 mmのn型GaAsパッファ層2、n型AlAs/n型Al OCVD (有機金属化学蒸着)法によって順次館層する。 Gao.8)0.5 I no.5P/p型Alo.5 I no.5Pの12ペアの 【0027】本実施の形態における半導体発光素子は、 AIGaInP系のものであり、以下のようにして形成さ 0.5Gao.5Asの30ペアのDBR(ディストリピューテ ように形成し、この2つのDBR屋3.7 た形成される 整する。本実施の形御においては、上配共復器長を1. 尚、量子井戸活性層5は、その井戸層はGaInPであ [0028] ここで、上記n型AlAs/n型Alo.5Ga a0.300.51no.5P第1クラッド層4、量子井戸活性層 5、p型(Alo.7Gao.3)0.51no.5P第2クラッド層 ッド·ブラッグ・リフレクター)層3、n型(Alo.1G り、ペリア層は(Alo.5Gao.5)0.5 Ino.5Pである。

接器中に生じる定在波の腹の位置に位置し、発光ピーク 波長は650mになるように形成する。

ACC 1029 Aに、図4及び図5 (図4のB-B矢投筋 国図)に示すように、上記p型Al0.5Ga0.5As光散沿脚 10の表面に、CVD (化学集 ) 法によってSiO2度1 1を形成し、フォトリングラフィおよび希釈HFでのエッチングによって70μmの円形の電流基路14を形 [0030] その後、図1および図2に示すように、上 図p型Al0,5Ga0,5Aa光散乱磨10およびSiO2膜1 1上に、AuZn/Mo/Auをスパックし、フォトリングラ フィによるパターニングを行って英面電面を形成する。 そして、熱処理を行って単電幅を形成する。

【0031】その後、上記り型のAlo,5Gao,5Ast光数 5届日 0におけるり型電価12が形成されていない円形の電流経路14内に、フォトリングラフィおよび発験/ 温酸化水素系ニッティントによって5μmピッチの様子 パターン15を形成する。その場合、上記エッチング は、p型(Alo,1Gao,9)の51の。5Pエッチングストッ ブ降9に達するまで行うことによって、エッチング深さを固約する。そして、n型GaAs基板1を約280μm の豚厚まで研修し、この研修した面にAuGo/Auを搭準 の豚厚まで研修し、この研修した面にAuGo/Auを搭準 し、熱処理することによって、超電幅13を形成する。 「の32」にのよだに下板のまれた単端体を対する。

ブ暦9に強するまで行うことによって、エッチング祭むを倒御する。そして、ロ型GaAs基板1を約280μmの関厚まで研磨し、この研磨した面にAuGa/Auを推進し、税処理することによって「型電値13を形成する。「0032」このようにして形成された半導体発光媒子は、上配電流路路14内における光出対面となるり型Aし、5Ca0,5As光質石柱面5から放射された光が外部に出対される。したがって、図7(a)に示すように、発光面としている。したがって、図7(a)に示すように、発光面としている。したがって、図7(a)に示すように、発光をはしている。となが成して、発光をはれる際に指々の方向に表出されることになり、図6に示すように、発光波表の放射角依存性がり型Al0.5G。0.5As光数記録10に格子ペケーンを形成したい場合(図7(b)の場合に描当)よりちかさくなっている。

(M / (M) Varentail よりもから、なっている。 【0033】また、上配部光曜(電子井戸谷住屋)5に対してn型GaAs基板1個に位置する層反射度(n型A) As/n型Al0,5Ga0,5AsのDBR層)3は、AlGaAs 系の材料で形成されている。したがって、その全膜厚は 約3μmであるがn型GaAs基板1との繋膨張再差が小 さいので、n型GaAs基板1との繋膨張再差が小 生は関められない。さらに、層数を30ペアとすること で99%以上の高反射率を実現している。

[0034]また、上記路光層(生子井戸活性層)5に対してn型GaAs基板1とは反対側の多層反射膜(p型(A LQ 2GaQ, 80, 81 nq, 5P p型AlQ, 5 lnq, 5P pu part x 表面近傍における表も多くAlを合む層がAlQ, 5 lnq, 5P であり、耐湿性は問題にならない。更に、この多層反射膜アのピーク反射率は約70%であり、共鳴キャビデオ構造としては十分な反射率が、られている。

[0035] 尚、AlyGaz Inj-y-P(0≤y≤1,0≤z≤1,0≤z≤1)多層反射膜の場合、20ペア~30ペアを超光

6被長分とした。さらに、量子井戸活性層5は、上記井

3

の場合には、n型GaAs基板1とは反対側の多層反射膜 るとn型GaAs基板1との熱膨張率差によって転移が発 の高反射率は要求されない。したがって、通常、上記多 生し易くなる。しかしながら、共鳴キャピティ型LED 移は発生しないのである。 層反射膜7には20ペアを超える層数は必要がなく、仮 7に対しては、n型GaAs基板1側の多層反射膜3ほど

0%の光出力を有していた。また、本半導体発光素子は 道氏80℃,道氏85%中で50mAの通貨気表を行った 高い光田力が伴られた。 射効率が共に結へ、初期光田力は20mAで1.6mWと 電流教學 造を有しており、内部量子効率および外部出 といろ、1000時間報過後であっても勿観光田力の9 【0036】本実施の形態における半導体発光素子を、

0.2Ga<sub>0.8</sub>)<sub>0.5</sub> In<sub>0.5</sub>P/p型Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>PのDBR用 AlAs/n型Al0.5Gs0.5AsのDBR層3及びp型(Al まれた光出射面としてのp型Alo.5Gao.5As光数乱層 中に住じる定在後の数の位置に、光光に一ク波及が6.5 性層(発光層) 5 を、上記両DBR層 3, 7で成る共振器 も650mになるように形成する。そして、量子井戸活 上記n型GaAs基板1上に、所定の関隔を置いて、n型 100数回に格子スターン15や形成したいる。 Onaになるように形成する。さらに、p型貨幣12に用 7 を、反対スペクトルの中心が6 5 0 mmであり共放対及 【0037】上泊のバとへ、木炭塩の形質においては、

針角依存在を小さくすることができるのである。 光は種々の方向に散乱される。 その結果、発光波長の放 発光素子の表面は粗面となり、発光層 5 から放射された 【0038】したがって、木実猫の形態における半導体

て、560m~660m極度の光を発光させることがで (0≦y≦1,0≦z≤1)届で形成している。したがっ 5を、単層あるいは複数層からなるAlyGaz Inl-y-zP 【0039】また、上記発光層としての量子井戸活住層

半導体発光素子における表面図であり、図9は、図8に おけるCIC矢袋酢固図である。 【0040】<第2支捕の形類>図8は木実猫の形態の

0.3)0.5 I no.5 P第1クラッド層24、最子井戸活性層 Gao, 5Asの30ペアのDBR層23、n型(Alo, 7Ga mのn型GaAsパッファ層22、n型AlAs/n型Alg. よって類次復豪する。尚、量子井戸活性層25は、その 型Alg.5Gag.5As喀加拉数層28を、MOCVD法に ng.5Pの12ペアのDBR層27、脳厚が10μmのp 26、pen(Alo.2Gao.8)0.51m.5P/p图Alo.51 25、p型(Al0.7Ga0.3)0.5 Ino.5P第2クラッド層 lGaInP果であり、以下のようにして形成される。図 井戸暦はGaīnアであり、バリア層は(Alo.5Gao.5) 10に赤十ように、(100)から[011]の方向に15 だけ仮斜したn型のGaAs基板21上に、膜厚が1μ 【0041】本実施の形態における半導体発光素子はA

のDBR層27は、反射スペクトルの中心が650mic は、上四共政器中に生じる左在波の腹の位置に位置し、 長を1.5数長分とした。さらに、量子井戸活性層25 器長を開整する。本実施の形態においては、上記共振器 成される共振器の共振波長も650mになるように共振 なるように形成し、この20のDBR層23,27で形 0.2Gao.g)0.5 Ino.5P/p型Alo.5 Ino.5Pの12ペプ 0.5Asの30ペアのDBR層23、および、p型(Al 【0042】 ここで、上記n極AlAs/n極Al0.5Ga

を、発光光を敷乱するように敷μ■だけ研磨して粗面化 10 μmのp型Al0.5Ga0.5As電流拡散層 28の表面 発光ピーク放長は650mmになるように形成する。 [0043] その後、図11に示すように、上記順厚が

ッチングによって70μmφの円形の電流振路32を形 9を形成し、フォトリングラフィおよび希釈HFでのエ 舞浜投資量28の数因で、CVD投によってSiO2限2 D矢視断面図)に示すように、上記p型Alo.5Gao.5As 【0044】次に、図12および図13(図12のD-

することによってn型電極31を形成する。 研磨し、この研磨した面にAuGe/Auを蒸着し、熱処理 る。そして、熱処理を行ってp型電流30を形成する。 **ラフィによるパターニングを行った数回義随を形成字** 記 p型 A10.5Ga0.5As電流拡散層 2 8およびSiO2膜 さらに、n型GaAs基板21を約280μmの展写まで 29上に、Au2n/Mo/Auをスペッタし、フォトリング [0045] その後、図8および図9に示すように、

る。尚、殆光波長の放射角依存性については、第1実施 の工程が必要なくなり、工程を信格化することができ は、第1実施の形態に比して、ウェへ表面に格子パター の房観回療十分子はへなったころ。 ンを形成して粗面化する際の複雑なフォトリングラフィ 【0046】このようにして形成された半導体発光素子

Aの通電試験を行ったところ、1000時間経過後であ 同様に全へ問題なく、道度80℃, 過度85%中で20m た、初期光出力は20mAで1.6mWと十分高い光出力 っても包括光田ガの90%の光田力を有していた。ま 【0047】また、耐湿性に関しても第1実施の形態と

の半導体発光素子における表面図であり、図15は、図 14におけるEIE矢視断面図である。 【0048】<第3英雄の形態>図1411本英雄の形態

Gan, 3Asの70ペアのDBR層43、n型(Alo, 7Ga mのn型GaAsパッファ層42、n型AlAs/n型Al0.7 16に示すように、(100)から[011]の方向に15 GaInP尽であり、以下のようにして形成される。図 【0049】本実施の形態における半導体発光素子はA だけ傾斜したn型のGaAs基板41上に、膜厚が1μ

> nP第1電流拡散器49、膜厚が0.3μmのn型AlGa 0.5Pの18ペアのDBR編47、頻準0.15 µmのp 0.3)0.51 no.5 P 第1クラッド層44、量子井戸活性層 0.5 Ing. 5Pである。 る。尚、量子井戸括性層 4 5 は、その井戸層は(Alo.3 キャップ層51を、MOCVD法によって順次復層す 型AlGainP中間層48、機厚が1μmのp型AlGa 46、p型(Al0.4Ga0.6)0.5In0.5P/p型Al0.5In 45、p数(Al0.7Ga0.3)0.5 Inq.5P第2クラッド層 Gaq.7)0.51m0.5Pであり、ベリア層は(Al0.5Gaq.5) InP電流狭窄層 5 0、膜厚 0.01 μmのn型のGaAs

0.4Ga0.6)0.5 Inq.5P/p型Alq.5 Inq.5Pの18ペ7 0.3Asの70ペプのDBR層43、および、p型(Al のDBR層47は、反射スペクトルの中心が570mmに 長を1.6波長分とした。さらに、量子井戸活性層45 なるように形成し、この2つのDBR層43,47で形 発光ピーク被長は570mになるように形成する。 は、上記共複器中に生じる定在液の腹の位置に位置し、 器長を開整する。本実施の形態においては、上記共援器 成される共模器の共模被長も570mになるように共振 [0050] ここで、上記n型AlAs/n型Al0.7Ga

50をp型AlGaInP第1電流拡散層49に建するま μ四4の円形の電流経路55を形成する。 でエッチングする。このときのエッチングによって70 尽エッテャントによって、 n型 Al Ga I nP 転流製作属 うした後、フォトリングラフィおよび硫酸/過酸化水素 51を確認/過酸化水素系エッチャントで除去する。 ーF矢視斯面図)に示すように、n型GaAsキャップ層

nP第2電流拡散層52を、n型AlGaInP電流狭窄層 50およびp型AlGaInP第1電流拡製器49の上に

することによってn型質値54を形成する。 研磨し、この研磨した面にAuGe/Auを蒸着し、熱処理 さらに、n型GaAs基板41を約280μmの腕厚まで る p 数電値 6 3 が形成されていない仮域が抵面になる。 に、p型AlGaInP第2電流拡散層52の表面におけ ウェハを、6.5℃~70℃の塩酸中で煮締する。その際 して、熱処理を行ってp型電振53を形成する。次に、 ソトによるエッチングによって表面舞幅を形成する。 そ e/Auを蒸着し、フォトリングラフィおよびAuエッチャ に、上記p型AlGaInP第2電流拡散層52上にAuB

が全へ必要なへ、工程の簡略化が可能となる。尚、光光

[0051]その後、図17および図18(図17のF

矢視断面図)に示すように、腹厚が7μmのp型AlGaI [0052]次に、図19及び図20(図19のG-G

【0053】その後、図14および図15に示すよう

貼り付けたり、研磨後に取り外して洗浄したりする工程 国行す るために ウェく キツー てめる ごは 笛の ウェく 争に は、第2実権の影響に払した、ウェく表面や研磨した哲 【0054】このようにして形成された半導体発光素子

9

同様十分小さくなっている。 波長の放射角依存性については、第1,第2実施の形態

ダークラインの発生は認められない。 その結果、層数を 型AlAs/n型Alo.7Gao.3Asの70ペプのDBR層) 反射率を実現できるのである。 70ペアと多くすることが可能になり、99%以上の高 熱野張率焼が小さいので、n型GaAs基板41の反りや よりも更に厚くなっているが、n型GaAs基板41との て、その全度厚は約7μmと第1,第2実施の形態の場合 43はAlGaAs来の材料で形成されている。したがっ 対してn型GaAs基板41億に位置する多層反射膜(n 【0055】また、上記発光層(量子井戸括佐房)45に [0056] また、上記発光層(量子井戸活性層)45に

へも包拠光田力の105%の光田力を作したいた。 の通鑑対表を行ったところ、1000時間超過後であっ 資件の問題はない。 道度80℃,道度85%中で50mA たているので、第1,第2実績の影像の場合と同様に拒 8ペアのDBR層) 4 7はAlGaInP系の材料で形成さ 型(Alo.4Gao.6)0.5 Ino.5P/p型Alo.5 Ino.5Pの1 対してn型GaAs基板41とは反対側の多層反射膜(p

必果が向上して0.4mWを呈した。 や子がヘ しているいとでよって、 着1 触れび光限り出し 状電極56の面積を、第1,第2実施の形態の場合より 【0057】また、初期光出力は、発光部上における枝

21におけるH一H矢視斯面図である。 の半導体発光素子における表面図であり、図22は、図 【0058】<第4英雄の形態>図21は本英雄の形態

0.01Ga0.98 Inq.01P第1電流拡散層69、膜厚が0. 0.3)0.5 Ing. 5 P 第1クラッド層 6 4、量子井戸活性層 23に示すように、(100)から[011]の方向に15 p型AlGaInP中間層68、腹厚が1μmのp型Al 0.5Pの12ペアのDBR層67、腹厚が0.15 µmの 66、p型(Al0.2Gaq.8)0.5Inq.5P/p型Al0.5In 65、p型(Al0.7Ga0.3)0.5 In0.5P第2クラッド層 Gaq. 5Asの30ペアのDBR層63、n型(Alq. 7Ga mのn型GnAsパッファ層62、n型AlAs/n型Alg. 。 だけ仮算したn型のGaAs基板 61上に、膜厚が1μ |GainP米であり、以下のようにして形成される。図 【0059】本実施の形態における半導体発光素子はA

3 μmのn型Al0.01Ga0.98 inq.01P電流表容層70、 0.5Ga0.5)0.5 Inq.5Pである。 5は、その井戸層はGaInPであり、パリア層は(Al CVD法によって順次部層する。尚、量子井戸活性層 6 腹厚0.01 μmのn型のGaAsキャップ層71な、MO

成される共振器の共振波長も650mになるように共振 0.2Ga0.800.5 Inq.5P/p型Alq.5 Inq.5Pの12ベブ 0.5Asの30ペアのDBR層63、および、p型(Al なるように形成し、この2つのDBR層63,67で形 のDBR層67は、反射スペクトルの中心が650mk 【0060】 ここで、上記n型AlAs/n型Alq.5Ga

器長を調整する。本実施の形態においては、上記共扱器 長を1.5数長分とした。さらに、最子井戸活性層65 は、上記共复器中に生じる定在波の間の位置に位置し、 発光ピーク数長は650mになるように形成する。

のエッチングによって70μ田中の円形の電流経路75 異流拡散層69に選するまでエッチングする。 このとき 7.1を硫酸/過酸化水素系エッチャントで除去する。そ P電流影響層70をp型Alg.01Gag.981m.01P第1 株エッチャントによって、n型Alg.01Gag.98 Ing.01 -1矢視斯国図)に示すように、n型GaAsキャップ層 うした後、フォトリングラフィおよび保険/追録化水業 [0061] その後、図24および図25(図24のI

p型Al0.5 I rq.5Pの12ペアのDBR層67上に形成 0.01Ga0,98 Ing.01P第1電波拡散層69の上に再成長 する。この段階で、格子定数がn型GaAs基板61に対 0.98 Ing. 01 P層が、p型 (Alo. 2Gao. 8) 0.5 Ing. 5 P/ J — J 矢視所面図)に示すように、膜厚が7 μmのp型A 10.01Ga0.98 I no.01P第2電流拡散層72を、n型A1 [0062] 次に、図26及び図27(図26における して約3.6%小なく且つ観算が約8 mmのAl0.01Ga 0.01Ga0.98 I no.01P電流数容層70およびp型A1 されており、ウェハ安面は粗面になっている。

においては、第1~第3英雄の形態に比して、結晶成長 工程の簡略化が可能となる。尚、発光波長の放射角依存 28に示すように、第1~第3実施の形態の場合よりや 【0064】このようにして形成された半導体発光兼子 住については、表面の粗面化の粗度が小さいために、図 や依存性は大きい。しかしながら、粗面化がない場合よ 7.2.上にAuBo/Auを蒸着し、フォトリソグラフィおよ を形成する。そして、数処理を行ってり型電価73を形 後に別途ウェハ表面を粗面化する工程が全く必要なく、 に、上記p型Alo.01Ga0.98 Ino.01P第2電流拡散層 びAuエッチャントによるエッチングによって校面電極 成する。さらに、n型GaAs基板61を約280μmの し、数処理することによってn型電極74を形成する。 [0063] その後、図21および図22に示すよう 良馬虫で研磨し、この研磨した団にAnGe/Auを茶着 りは依存性が大幅に小さくなっている。

国度80℃, 温度85%中で50mAの消費院敷を行った ところ、1000時間指導像であっても初数光田力の9 0%の光田力を有していた。また、初期光田力は、20 [0065]また、耐湿性に関しても全く問題はない。 Aで1.7mWと十分高い出力が得られた。 [発明の効果] 以上より明らかなように、第1の発明の

半導体発光素子は、一対の多層反射膜で成る共復器内に

おける定在数の数の位置に殆光層を有し、この殆光層に 対してGaAs基板とは反対側に位置する上配多層反射膜

上に接面が粗面化された半導体層が形成されているの

で、上記発光層から放射された光を、本半導体発光素子 の表面から外部に出針される際に種々の方向に散乱させ ることができる。したがって、発光波長の放射角依存性 を小さくすることができる。

は、上記発光層を、単層あるいは複数層から成るAlyG は、放束が560m~660mの指光光を移るにとがで [0067] また、上配第1の発明の半導体発光素子 bz I nj-y-z P (0 ≤ y-≤ 1,0 ≤ z-≤ 1) 配で構成すれ、

射膜をAlxGal-AAs(0≤x≤1)層で構成すれば、Ga したがって、上記多層反対膜の層数を多くした、容易に は、上記殆光層に対してGeAs基板側に位置する多層反 As基板との熱膨張殊数の差を小さくじて結晶成長時と 結晶成長後との恒度差による転移を発生し難くできる。 【0068】また、上記第1の発明の半導体発光素子 馬反射率を得ることができる。

%)の1/2にできる。したがって、耐湿体を大きく向上 【0069】さらに、上配発光層に対して上記GaAs基 s基板に格子整合する層が含むA1量を最大25%程度に でき、AlxGal-xAs(0≤x≤1)で形成した場合(50 P(0≤y≤1,0≤z≤1)層で構成すれば、上記GaA 版とは反対側に位置する多層反射膜をAlyGaz Inl-y-z

最上層の表面を粗面化するので、上記多層反射膜の反射 **率を低下させることなく、上配発光層から放射された光** を、本半導体発光素子の表面から外部に出射する酸に種 々の方向に散乱させることができる。したがって、殆光 数の間の位置に発光層を形成し、この発光層に対しての 方法は、一対の多層反射膜で成る共振器内における定在 aAs基板とは反対側に位置する上記多層反射膜上に、層 数が1以上の半導体層を形成し、上配半導体層における 【0070】また、第2の発用の半導体発光繋子の製造 被長の放射角依存性を小さくできる。

[0071]また、上記第2の発明の半導体発光索子の 製造方法は、上記半導体層における最上層の表面に対す **る粗面化を、フォトリングラフィおよびエッチングによ して光散虹用のパターンを形成することによって行なえ** したがって、発光被長の放射角依存性が小さくなるよう ば、諸度の高い光散虹用の数据ペターンを形成かせる。 に、表面粗面化の程度を制御できる。

**る粗面化を研磨によって行なえば、上配光散乱用パター** 【0072】また、上記第2の発明の半導体発光素子の 以治方法は、上記半導体器における最上層の表面に対す ンを形成する場合のような複雑なフォトリングラフィエ 国を必要とはせず、より簡単な方法によって半導体発光 素子を製造できる。

△ヶ≤1,0≤×≤1)で形成し、少なくども上記半導体 【0073】また、上記館2の発明の半導体発光繋子の 層を拡張中で推勝することによって上記半導体層におけ 设治方法では、上記半導体層をAlyGaz Inl-y-2 B(0

ート毎に貼り付けて保持する工程および洗浄する工程を 2要とはしない。したがって、より簡単な方法によって 5.是上層の表面に対する粗面化を行なえば、上記研磨に よる粗面化の場合のように、ウェハ全体を別の基板やシ 井等体路光素子を製造できる。

層の表面を粗面化でき、結晶成長の後に別途上配粗面化 る上記多層反射膜上に、上記GaAs基板に対して格子定 を行なう工程を散ける必要がない。すなわち、この発明 によれば、さらに簡単な方法によって半導体発光禁子を [0074] また、第3の発明は、一対の多層反射膜で 成る共振器内における定在故の腹の位置に発光層を形成 し、この発光層に対してGaAs基板とは反対側に位置す 1,04×1)層を含む半導体層を形成するので、上記 半導体層の表面を格子定数差によって相面化できる。 し れがって、一道の結晶成長工程のみによって上配半導体 数が0.5%以上異なるAlyGaz Inj-y-zP(0≤y≦ 以近である。

【図1】 この発明の半導体発光素子における表面図で 図面の簡単な説明】

因2に示す半導体発光繋子の製造工程を示す 図1におけるA-A矢視断面図である。 [図2] [図3]

図れある。

図1に示す半導体路光線子におけるピーク数 図3に続く製造工程を示す表面図である。 図4におけるB-B矢視断面図である。 [M4] [9図] [図2]

図1とは異なる半導体発光素子における装面 【図7】 図1に示す半導体発光索子における粗面化に その放射各位存在を示す図である。 よる効果の説明図である。

(8 8 8

図8におけるC-C矢視斯面図である。 (6図) 図である。

13, 31, 54, 74

…n型電信、14,32,55,75…電流経路、

30,53,73…p型電腦、

【図10】 図9に示す半導体発光兼子の製造工程を示 図10に続く製造工程を示す図である。 図11]

[図13] 図12におけるD-D矢視断面図である。 図11に続く製造工程を示す表面図であ [図12]

【図14】 図1および図8とは異なる半導体発光素子 [図15] 図14におけるE-E矢視断面図である。 いおける牧用図らわる。

図15に示す半導体発光素子の製造工程を 下す図である。 図16]

図16に続く製造工程を示す教団図であ [図17] 図17におけるF-F矢視断面図である。 図18に続く製造工程を示す表面図であ [図18] [図19]

**【図21】 図1,図8および図14とは異なる半導体** 図19におけるGIG矢視断面図である。 路光兼子における表面図である。 [図20]

【図23】 図22に示す半導体発光素子の製造工程を [図22] 図21におけるH-H矢視断面図である。

[図24] 図23に続く製造工程を示す教画図であ 水子図である。

図19における1-1矢視断面図である。 図25に続く製造工程を示す安恒図であ [図26] [図25]

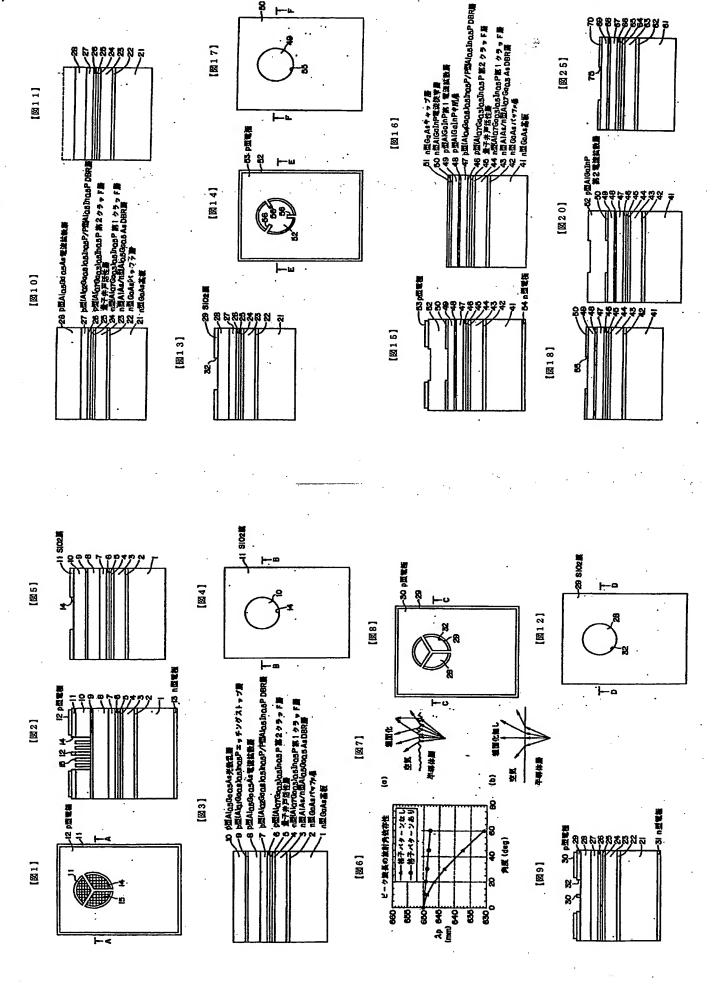
【図28】 図21に水ナ半導体路光線ナにおけるゲー [図27] 図26におけるJーJ矢視筋面図である。 ク放長の放射各依存性を示す図である。

2…n型GaAsパッファ層、3,23,63…n型AlAs 1,21,41,61…n型GaAs基板、2,22,42,6 'n型Al0.5Ga0.5Asの30ペアのDBR層、4,24, 44,64mn型(Alo.7Gao.3)0.51m.5P第1クラッ 46,66…p型(Alo.7Gao.3)0.51m0.5P第2クラッ 0.9)0.51m0.5Pエッチングストップ層、10…p型Al ド層、7,27,67…p型(Alg.2Gag.8)0.5 Ing.5P/ F層、5,25,45,65···量子井戸活性層、6,26, p型Alg.51m.5Pの12ペアのDBR層、8,28… p型A10,5Ga0,5As電流拡散層、9…p型(A10,1Ga 0.5Gao.5As光散组層、11,29…SiO2膜、12, [你号の説明]

R層、48,68…p型AlGaInP中間層、49…p型 0.6)0.5 I no. 5P/p型Alo.5 I no.5Pの18ペアのDB AlGainP第1電流拡散層、50…n型AlGainP電 斑狹窄層、51,71…n型GaAsキャップ層、52… p型AlGalnP第2種流拡散層、56…技状電極、6 9 ··· p型Alo, 01 Gao, 98 Ino, 01 P 第 1 電流拡散層、7 0 … n 型 A l g. 01 G a g. 98 I n g. 01 P 電流狹窄層、72 … 0.3Asの70ペアのDBR層、47…p型(Alo.4Ga 6…格子パターン、43…n型AlAs/n型Al0.7Ga p型Al0.01Ga0.98 In0.01P第2電流拡散層。

8





3

[図21] [図19]

[図26] [124]

[図27]

**レロントページの統**制

(72) 発明者 中津 弘志 大阪府大阪市阿倍野区長池町22春22号 シ ナーブ株式会社内

F # - A (#=#) 5F041 A114 CA05 CA12 CA23 CA34
CA35 CA36 CA65 CA74 CA93
CB03

(72)発明者 村上 哲朝 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(22)

[図28]

8 소<u>를</u>

十一才株式会社内

[図23]

[図22]